CENTER NEWS
Vol.29　No.4, 2010
110
センターニュース
九州大学中央分析センター

分析機器解説シリーズ（110）

ラボ日常における測定技術上の概念とその意味（熱分析を例にして）【第１部：正確さ、精密さ、および精度】

メトラー・トレド株式会社　ラボラトリーシステム事業部熱分析グループ
臼井　敏紀

精密さ、正確さ、精度、測定の不確かさなど、測定技術上の概念を正しく使用することが、分析におけるプロフェッショナルなアプローチとして求められる。これらの概念がラボにおける測定技術の日常において何を意味するか、そして、その中で自身の測定結果のクオリティを如何にして強化できるかが、二部構成の本稿のテーマである。

そして、それを如何にして特定し、回避するかを、この第1部においてDSC（示差走査熱量分析）、TGA（熱重量分析）、TMA（熱機械分析）およびDMA（動的粘弾性分析）の例に則して説明する。第2部では、測定の不確かさを求めるコンセプトを検討する。

1 序

測定結果は、現実を写し出し、それによって判断の基礎を作るものとされる。そして、測定結果はできるだけ反復測定なしに信頼し得るものでなければならない。そのためには、系統誤差と偶然誤差を可能な限り数量化し、最小化することが望ましい。しかし、その正確さと精密さに関する最適化の前に、測定誤差の原因を正確に知る必要がある。熱分析における測定誤差が如何なる原因から生じ得るか、

2 系統誤差および偶然誤差

理想的な条件で得られた測定であっても誤差は避けられず、平均値（B）付近でばらつきを生じる。さらに、測定方法のクオリティに応じて、平均値は「真」と認められる値から多かれ少なかれずれる（図1を参照）。ここで、各測定結果Ciと真値（A）との間で生じる差は、系統誤差と偶然誤差の2つから構成される。一般に、系統誤差は1つの測定系列の中で大きさと正負が一定のままであり、すべての測定結果に当てはまる。また、系統誤差は偏りとも呼ばれ、

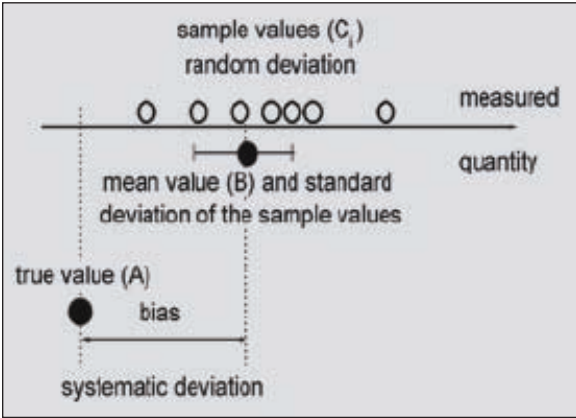



図 1　系統誤差（p）と偶然誤差（qi）が、測定結果 Ci の「真」の値 A に対する差を決定する。B は 1 つの測定シリーズの平均値である。

しばしばその検出や排除が難しい。

対照的に、平均値からの測定結果Ciのばらつき（ひろがり）は、偶然誤差によるもので、その大きさは一定ではない。これらは統計的なパラメータである標準偏差を用いて記述することができる。

系統誤差の代表的な例が、熱重量分析（TGA）では浮力である。例えば、サンプルを大気圧下で加熱すると、炉内の空気の密度は温度の上昇につれて減少し、サンプルとサンプルパン、サンプルホルダーが受ける浮力は減少する。その結果、サンプルの見掛けの質量の増大につながる。とりわけ重量損失が小さい場合、関係するこの系統誤差が修正されないと、測定された重量損失は真値からある大きさだけずれる。この場合の系統誤差は、空のサンプルパンを用いたブランク測定を行い、サンプルカーブからブランクカーブを差し引くことによって補正できる。

また、偶然誤差の1つの例が、100回のDSC測定から求められたインジウムの融解エンタルピーの測定値のばらつきである（表1を参照）。全測定値の平均は28.45J/gである。正確な値（28.51J/g）からの偏りが系統誤差である。偶然誤差に帰すべき測定値のばらつき（標準偏差）は0.12J/gである。

3 精密さ、正確さ、精度

これらの用語をターゲットボードを用いて考察する（図2を参照)。ここで真値はターゲットボードの中心と仮定する。個別値の系統誤差が小さいほど、一連の測定値の「正確さ」は高い。また、偶然誤差が小さいほど、一連の測定値の「精密さ」は高い。系統誤差と偶然誤差が組み合わされたものを「精度」と呼び、精密さと正確さの上位概念とみなすことができる。

そして、測定結果は下記のいずれかであり得る。

a）精密かつ正確である。これは理想のケースである。平均値からのばらつきと真値との差（偏り）が僅かである。
b）精密であるが正確でない。ばらつきは小さいが、平均値と真値との差が大きい。
c）精密でないが正確である。ばらつきは大きいが、真値と平均値との差は僅かである。
d）精密でなく正確でない。ばらつきも真値との差も大きい。

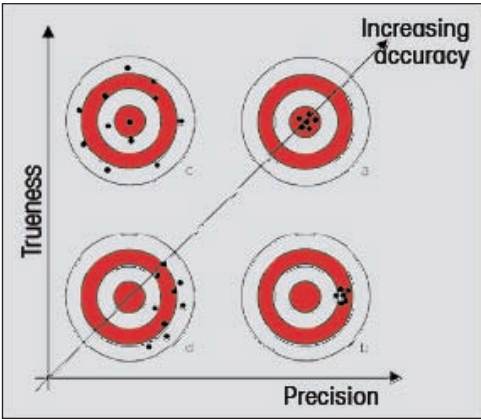



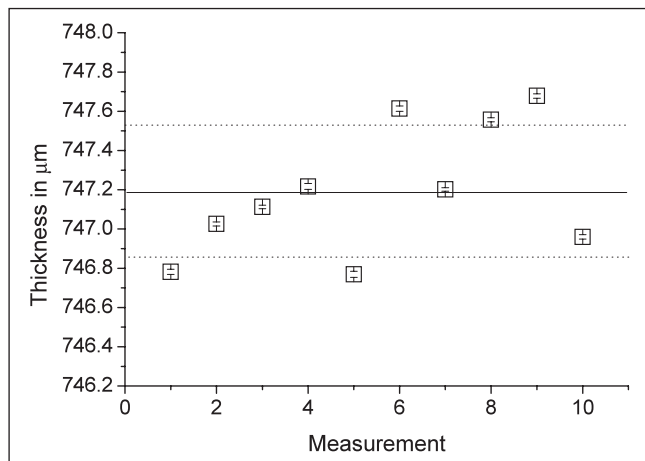
図 2
精密さが高ければ高いほど、個別値の平均値からの偶然誤差は小さい。一方、正確さは精密さに左右されない。ここでは正確さは真値（ターゲットボードの中心）と平均値との差として表わされる。

表 1　DSC により求められたインジウムの溶融エンタルピー（J/g）
同一サンプル 100 回、それぞれ 10K/min ずつ加熱した。

28.417	28.308	28.477	28.592	28.583	28.642	28.208	28.424	28.572	28.329
28.373	28.262	28.245	28.341	28.364	28.215	28.387	28.405	28.465	28.409
28.414	28.409	28.599	28.441	28.429	28.393	28.669	28.546	28.714	28.377
28.634	28.271	28.510	28.550	28.663	28.441	28.392	28.525	28.408	28.534
28.290	28.356	28.281	28.410	28.446	28.453	28.414	28.694	28.257	28.368
28.164	28.611	28.308	28.377	28.534	28.502	28.547	28.516	28.298	28.326
28.527	28.486	28.346	28.423	28.465	28.512	28.465	28.349	28.659	28.504
28.458	28.542	28.546	28.379	28.348	28.573	28.317	28.277	28.529	28.521
28.695	28.610	28.595	28.463	28.450	28.500	28.447	28.333	28.253	28.542
28.499	28.519	28.474	28.336	28.587	28.415	28.357	28.359	28.402	28.400

純然たる偶然測定誤差の1つの例が、熱機械分析（TMA）を使ってアルミフォイル厚を繰り返し測定した時の測定誤差である（図3）。30℃で繰り返し測定を計10回行ない、統計評価の結果、平均厚は747.182μm、標準偏差で表された精密さは0.33μm（＝0.04%）となった。これに対し、個々の測定での標準偏差は僅か約0.012μm（＝0.0016%）にすぎない。平均厚の標準偏差の方が明らかに大きいことは、測定のたびに測定プローブとフォイルが異なる箇所で接触しているためと考えると説明できる。それゆえ、0.33μmがほぼ、フォイル厚の不均一さの尺度ということである。これに対し、0.012μmは装置固有のノイズと特徴付けられる。

実際は、真値（同心円の中心）は未知の値である。これは、一連の測定の平均値と真値との差は未知であることを意味する。つまり、測定の正確さは基本的に確認できない。

図 3

アルミフォイルの厚みを求める10回のTMA測定（30℃等温）。実線は10回測定の平均値を表す。点で描かれているのは、その標準偏差（0.33μm）である。各回測定の標準偏差は約0.012μmである。

4 真の値と正確な値

どんな分析的方法も必然的に系統誤差と偶然誤差を伴う。たとえ認証値であってもそれは必ずしも真値でなく、むしろ、不確かさを含んだ正しいとされる値、である。真値は当然のことながら未知であって、理論的性質のものであり、求めることは決してできない。従って、キャリブレーション（すなわち、測定値と正しいとされる値の間の偏りを求めること）およびアジャストメント（すなわち、測定値を正しいとされる値に合わせること）はどれも、基準物質の精度により決定される。同じことは、こうした校正をベースにするどんな測定にも当てはまる。

例えば、DSC熱流量校正のためにNational Institute of Standards and Technology（NIST）のインジウムを基準物質として使用する場合、認証値が28.5±0.19J/g（＝±0.65%）であることを考慮する必要がある。つまり、DSC測定によるエンタルピーの精度は、インジウム溶融温度（156.6℃）において1.3%以下となる。

5 定義 ― 概覧

偶然誤差により、個々の測定結果はその平均値を中心にばらつく。偶然誤差の大きさが一連の測定の精密さを決定する。

系統測差により、一連の測定の平均値と真値として認められた値との間に差が生じる。この差は偏りとしても知られており、一連の測定の正確さを決定する。

正確さは、真値として認められる値と個々の測定値の間の一致の度合いを説明する。系統誤差と偶然誤差を合わせたもので、真度と精度が含まれる。系統誤差と偶然誤差がゼロである時、その測定結果は正確である。

精度は、測定値相互のばらつきの程度である。偶然誤差が小さいほどその結果のばらつきは小さく、その精度も良い。測定条に応じて異なる種類の精度が使用され、それは特定されなければならない。例えば、併行精度なのか再現精度なのか、である。そして、精度にとっての定量的尺度として役立つのが、標準偏差または信頼区間である。

併行精度と***再現精度***は、それぞれ同じ測定量について併行条件下、あるいは再現条件下で連続して行われた、測定結果の相互のばらつきと定義されている。定量的に、これは併行標準偏差および再現標準偏差で表される。

併行条件下ではファクター a）～ h）を一定ないしは満たされたものと仮定し、他方、再現条件下では b）～ h）を可変的であると仮定する。

a）サンプル材料
b）測定技術者
c）測定計器
d）測定方式および測定法
e）サンプリングおよびサンプル調製
f）場所
g）測定環境
h）一連の測定を短時間のうちに実行すること

多くの場合、併行条件は厳密には守られないが（一連の測定が短時間のうちに実行されないなどに理由により。）、他のすべての併行条件が満たされている限り、併行条件とみなされる。

真度は、一連の測定の平均値と真値として認められる値との間の一致の度合いを説明する。系統誤差が小さいほど、その真度は良い。

真値として認められた値 ― 真値として認められた値とは、一般に参照値として認められ、不確かさを含んだ値のことである。その1つの例が、NISTにより認証された値28.51J/g±0.19J/gを持つ、基準物質インジウムの融解エンタルピーである。

真値 ― 測定量の真値は当然のことながら未知である。これは理論的性質のものであり、確実に求めることは決してできない。例外は、例えばインジウムの融点（156.6℃）や水の三重点（273.16K）で、両方とも真値と定義されている。

6 定誤差の最重要な原因

分析者の誰もが目標とするところは、高い正確さの測定結果を得ることである。そのため、系統誤差と偶然誤差を引き起こすファクターを特定し、最小化しなければならない。系統誤差の最小化は、それによって測定結果と真値として認められた値との差が小さくなり、最良の場合ゼロになる。また、できるだけ少ない回数の測定で真値として認められた値に近づけるよう、偶然誤差を小さくすることが必要である。

分析測定技術では、系統誤差および、または偶然誤差につながり得る一連のファクターが存在する。最も影響が大きいのは、

- メソッドの影響（しばしば「メソッド・バイアス」とも呼ばれる）
- 装置の影響
- サンプリング、サンプル調製
- 測定環境
- 実験のパラメータ
- 評価方法
- 時間依存性
- 測定者の未熟さ
- ケアレスミス

である。

ある条件において、系統誤差は偶然誤差になり得る。これが当てはまるのは、特に、実験条件が測定結果に及ぼす影響の大きさを測定技術者が認識していない時、また、測定が一定の条件のもとでなく、変化する条件のもとで実行される時である。それゆえ、系統誤差と偶然誤差を厳格に区別することは、測定誤差の原因を現実的に考察する上で適当でない。

7 メソッドの影響

異なるメソッドで測定された場合、違った結果に至るケースは少なくなく、しかも、その原因は必ずしも明確でない。

例：ガラス転移温度は、複数の測定技術を使って求めることができる。例えば、比熱容量の変化をベースにするDSC、線膨張係数の変化をベースにするTMA、そして、弾性係数の変化をベースにするDMAである。どの測定技術も別々の物理的特性を測定しているので、得られた結果を直接比較することはできない。

例：固形脂肪指数（SFI）は、脂肪が特定の温度のもとでどれだけ結晶として存在するかを百分率として表す。SFIは、頻繁にDSCまたはNMRを使って求められる。図4は、DSCを使って求められたSFIが、NMRを使って求められた値より系統的に低いことを示す。しかしながら、両方の測定法の間に直線的関係があるので、DSC測定結果をSFI測定値に換算することができる（そして、その逆も）。この2つの方法の間の系統的差違がメソッド・バイアスと呼ばれ、必ずしも直線関係であるとは限らない。

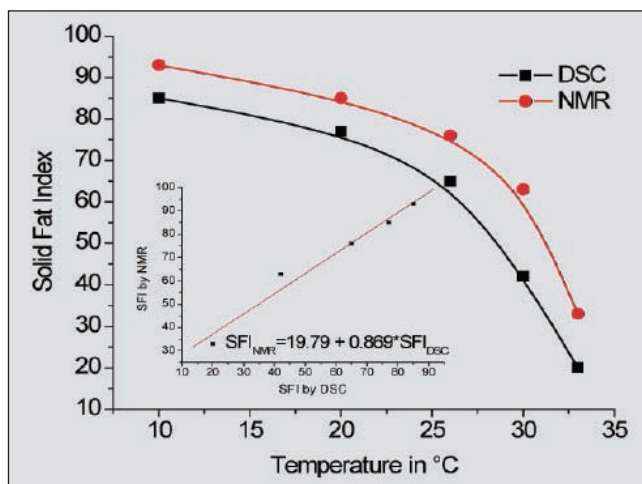



図4　DSCおよびNMRを使って求められた固形脂肪指数（SFI）

8 装置の影響

系統誤差は、測定装置の調整ミスが原因であるケースが多い。

例：DSCにおいて熱流量校正が10%狂っていると、計算されたエンタルピー（ピーク面積）および熱容量変化（例えばガラス転移段階）が同じく10%だけずれることになる。

また、参照物質による校正の前提として、その物質は特定の測定範囲しかカバーしない、ということに注意する必要がある。特に、温度範囲、昇温速度、炉内雰囲気、圧力、サンプルパンの種類、または力および長さなどの点で、測定条件に合致しない条件のもとで校正されるケースがしばしばみられるからである。

例：DMA測定において広い範囲で信頼し得るデータを得るためには、力および変位は範囲全体を校正しなければならない。(DMA/SDTA861^{e}ではこれは可能である。）一点校正の場合、力、変位、そして弾性係数に系統誤差が予測される。

測定装置の品質および状態も測定結果に影響し得る。

例：DSC装置は昇温と冷却の間でシンメトリを持たなければならない。すなわち、昇温時における温度校正が冷却時も有効でなければならない。そうでない場合は、冷却時に系統誤差が結果として生じる。

装置の分解能、感度、検出限界、直線性なども同じく、測定誤差の考えられる原因であるが、ここでは、これ以上言及しない。

9 サンプル選択、サンプリングおよびサンプル調製

サンプル調製を未経験者に任せる現場の慣行は問題である。なぜなら、まさしくこの工程こそ、熱分析において測定プロセスの広範な理解と経験を必要とするからである。

サンプル調製において留意しなかった場合、測定誤差につながり得るファクター：

- 機械的負荷または熱負荷（例えば、不適当な分離技術に起因する）によるサンプルの変化
- 材料特性値の時間的変化（例えば、水分の損失による）
- サンプルの不安定さ（例えば、酸化しやすいなど）
- 保存中のサンプル材料の老化（例えば、光による劣化など）
- 運搬中のサンプル変化（例えば、湿気吸収による）
- 器具（例えば、鋸、ピンセット、スプレーガンなどの汚れによるサンプルの汚染）
- サンプルとサンプルパンの間の熱接触（DSCおよびTGA)、不正確な計量器（または拙く校正された秤)、サンプルの不正確なセット（TMAおよびDMA）など

例：サンプル形状を正確に知ることは、DMAを使って弾性率の正確な値を測定する上で不可欠である。例として、三点曲げサンプルのサンプル厚が1.865mmとする。現在使用可能な測長器を使ってサンプル厚を求めたところ1.90mmであった。求めたサンプル厚が不正確であったことによる弾性率の系統誤差は-5.7%である。サンプル厚の誤差は35μmにすぎないが、その三乗が形状係数にかかってくるので、特に重大な意味を持つ。

サンプリングについては材料固有の要件に加えて、サンプリングプロセスにも留意すべきである。ここでは、バルクからランダムサンプルをどのように選び出すか、どのように分類するか、そして最終的に測定するまでにどのような経緯を経るのかを決定しなければならない。成熟したサンプリングプラン（図5）であれば、実験者に関係なく一定不変のサンプリングプロセスを確立し、サンプリングの弱

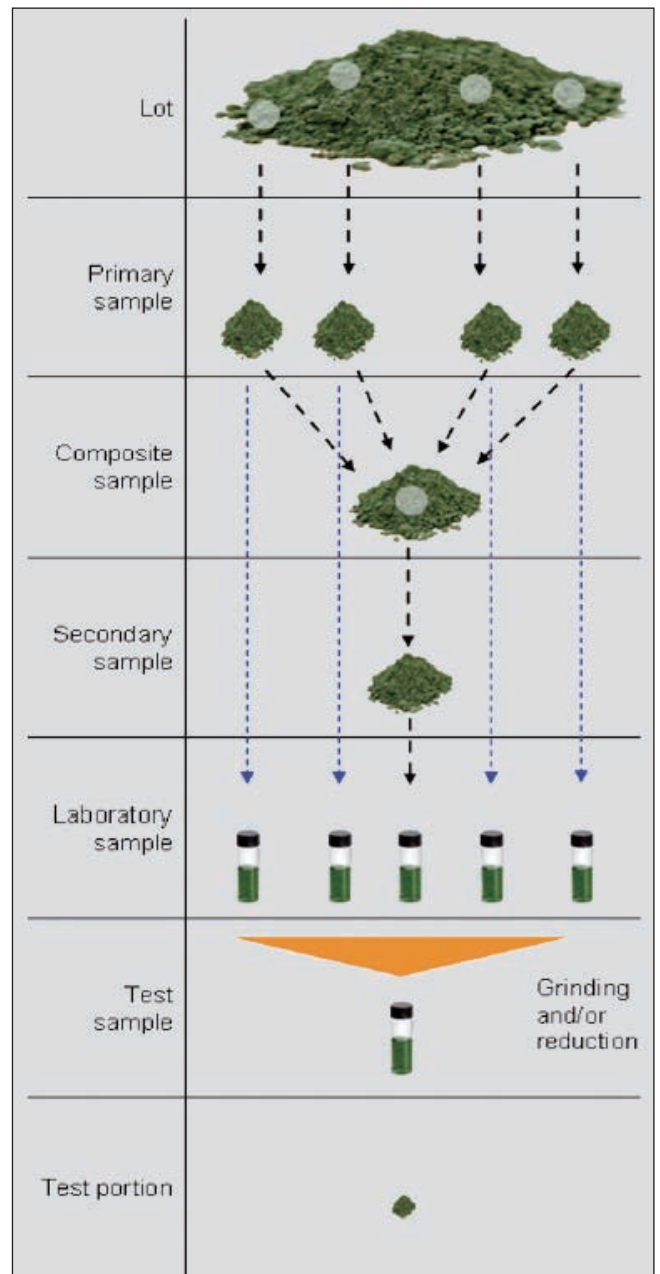



図5 サンプル選択プロセスおよびサンプリングプロセスの例

点を明るみに出し、分析結果に確実なフィードバックを行うことが可能となる。

図5に則して、サンプリングプロセスにおける最重要の問題を顕在化させることができる。すなわち、
- どんな生産ロットを調べるものとするか
- 一生産ロットのどの箇所（1つ以上）ないしは一生産ロットのどの部分（1つ以上）を調べるものとするか
- サンプリング場所ないしはサンプル規模は、生産ロットの全体ないしは一部の不均一さを考慮した時に代表的意を持つか、選び出されたサンプルからバルクの特性を推断することができるか
- サンプル規模はボリュームおよび個数に関してどの程度とするか
- 材料特性をどれだけの回数の測定で、どれだけの数量のサンプルを使って求めるものとするか
- 別々の箇所から採取されたサンプルは再び1つのサンプルとして集められるか、または、分離されるべきか
- サンプルは常にバルクを代表するものか

サンプリングプランの存在は、サンプリングプロセスに起因する測定誤差の可能性の排除につながる。きちんと検討されていないサンプリングは、熟慮の足りないランダムサンプリングの場合と同様に、系統誤差および偶然誤差を生じる。

10 環境の影響

測定方式の開発における重要な課題は、測定システムをその測定環境の変化からできるだけ隔離するか、環境の変化に対してロバストにすることである。熱分析において測定信号に影響を及ぼす最重要のファクターは、圧力、温度、振動および汚染である。

例：測定装置周辺の機械によって生じる短時間に繰り返す機械的振動が、TMA測定において再生不可能な測定誤差を生じさせることがあり得る。

例：ガス供給における圧力の変動は、TGAにおいてノイズの増大、または天秤信号の周期的バラツキにつながることがあり得る。

11 方法パラメータと評価

方法パラメータが測定結果に影響すること、従ってまた、測定条件（例えば、サンプル重量、サンプル形体、温度範囲、昇温速度、冷却速度、雰囲気ガス、圧力、サンプルパンタイプ、力、変形、周波数、サンプリング、サンプル準備、サンプル保存など）を明示することが、毎回の測定に重要であることは容易に判る。

例：昇温速度の選び方は、ガラス転移温度やプラスチックの冷結晶化の程度などに決定的な影響を及ぼし得る。また、昇温速度が上がるにつれて化学反応は高温側にシフトし、ある昇温速度以上になると多形転移が起こらなくなる。それゆえ、こうしたケースでは、同じの昇温速度で測定した場合のみ、ラボ間での結果の比較が可能となる。そうでないと、系統誤差が生じ、得られた結果は疑わしくなる。

実験パラメータのドキュメント化と並んで、プロフェッショナルの方法開発、すなわち、有資格者によるパラメータの最適化が重大な意味を持つ。

例：DMAにおいてポリマーの弾性率を正確に測定するためには、サンプルに加えられた力と、その結果生じるサンプル変形とが直線的関係にある範囲の中で確実に測定が行われるようにしなければならない。そうでない場合は、弾性率について系統的に低すぎる値が現れる可能性がある。それゆえ、サンプル材料の直線性範囲を事前にチェックすることが不可欠である。

評価方法も、系統誤差または偶然誤差につながる可能性があり、特に、様々な実験者またはラボが測定結果を比較する場合にそうなる。

例：ガラス転移の解析の際、ベースラインの選択や解析手法より結果が異なり（例えば、Richardson、DIN 53765とASTM E1356)、使用するベースラインはピークの積分値（エンタルピー）に影響する。

12 時間依存性

時間はしばしば装置のパフォーマンスに影響を及ぼす。例えば、センサーの感度は時間とともに徐々に変化する。長期間にわたってこうしたことが起こると、測定誤差が系統的に変化するのが観測される。

例：例えば硫化物、炭酸塩、シリコンなどがPt/Rh熱電対と接触した場合、化学反応または合金が生じる。これは、TGA/DSCにおいては熱電対の起電力を徐々に変化させる結果となり得る。

13 測定者の未熟

測定者の未熟さも系統誤差と偶然誤差の原因となる。それには能力、測定装置に関する理論的知識、実践的な経験とスキル、および慎重さが関与しているが、おそらく多くの測定者は、測定誤差につながる要因を認識していない。従って、測定者の未熟さは、高い正確さが要求される測定にとって重大な妨げとなる。なぜなら、測定者は、測定装置の調整、サンプリング、サンプル準備、評価を含む測定プロセスの遂行に対する責任を負い、そして、測定装置の専門的操作全般に対する責任を負うからである。こうした理由から、装置を扱う測定者の養成は重要な意味を持つことになる。

例：DMA測定において、サンプルの剛性とサンプル形状からサンプルの弾性率を算出するが、その際、サンプルの剛性はサンプルホルダーの剛性よりはるかに小さいと仮定している。これが満たさない場合、大きな系統誤差につながる。

例：DSC装置を使った等温酸化誘導時間（OIT）の測定にあたっては、この装置を等温測定で校正しなければならない。測定装置がダイナミック測定用だけに校正されている場合（例えば10K/minという条件でのみ校正された場合）、等温測定で得られた結果とは系統誤差を生じる可能性がある。

14 ケアレスミスによる測定誤差

系統誤差と偶然誤差のほかに、測定誤差には「ケアレスミス」がある。測定データを記録に残す際の記載ミス、計算ミス、正負記号ミス、四捨五入ミス、コンピュータプログラムのプログラミングエラー、サンプル材料の取り違え、誤った濃度、サンプル形状の測定ミス、計量ミスなどがあげられる。この種のケアレスミスは、慎重さと繰り返し確認でのみ減らす、あるいは排除でき、確認に関しては複数の人間で行うことも有意である。

ケアレスミスはまた、測定装置の扱いや測定に及ぼす影響についての理解の不足、ならびに誤解の結果として生じる。これは、以前得られた測定結果と同じ結果を得る必要があると考える測定者が、意識的、あるいは無意識に測定結果を操作することにもつながる恐れがある。

15 測定誤差の発見と回避

系統誤差は、測定において同じ大きさ、同じ正負記号で現れるため、通常、比較測定によってしか発見されない。なぜなら、サンプル数を増やし併行測定を行なっても検出できないからである。従って、正確でない結果を抱えているラボは、得られた結果が正しい値からかなりはずれていても、安心していることがあり得る。

比較測定の最重要のタイプは次の３つである。

- ***実験パラメータを意識的に変える：*** これは、系統誤差を発見する最も効果的な方法である。この方法では、関連するすべての影響量を意図的に系統立てて変え、その測定量に及ぼす影響を数量化する。この方法によれば、変化しても測定結果にまったく影響しない実験パラメータも知ることができる。

- ***基本的に別の測定法を選ぶ：*** 測定原理を変えても測定精度の範囲内で同等の測定結果が得られる時は、挙げるに値するほどの測定誤差が生じないと仮定することができる。ただし、この比較測定も系統誤差を伴う可能性があることに留意しなければならない。

- ***ラウンドロビンテスト（Round Robin）：*** 複数のラボが正確に定められた条件で同一のサンプルを測定する。まとめ役が測定データを再収集し、評価する。匿名が守られる参加ラボは、後ほど結果を知らされる。ラウンドロビンテストは、ラボの系統誤差と精度の悪さを発見するのに適している。

16 結　　論

精度は、正確さと精密さを含む。正確さは、真の値ないしは真値として認められた値からの系統誤差の程度を説明し、精密さは偶然誤差の程度、つまり、一連の測定のばらつきの程度を説明する。

測定誤差の主な原因は、方式の影響、装置の影響、サンプリングとサンプル準備の影響、環境の影響、実験パラメータ、評価方法、時間依存性、そして、測定者の未熟さである。

分析測定の精度は、特に、測定者が必ずプロセスを熟知し、自らの専門知識を駆使して測定方法を発展させることによって高めることができる。

文　献

[1] Validation in Thermal Analysis, METTLER TOLEDO, 2008
[2] Analytical Measurement Terminology, Royal Society of Chemistry, UK 2000, ISBN 0-85404-443-4.
[3] ISO 5725：Accuracy（trueness and precision）of measurement methods and results.

お　知　ら　せ

本年４月、走査型プローブ顕微鏡（SPM）が更新され、分析センター（筑紫地区）建屋の２階201室に設置されました。機種はAgilent Technologies 社製の5500 Scanning Probe Microscopeです。

SPMでは表面形状観察のための原子間力顕微鏡法（Atomic Force Microscopy：AFM）と電気特性を調べるための走査ケルビンプローブ原子間力顕微鏡法（Kelvin probe Force Microscopy：KFM）が可能です。

AFM測定ではカンチレバーの先端に取り付けられた鋭い探針（先端が数nmの針）で試料表面をなぞり、探針と試料表面間に働く力を検知することによって表面形状の情報を得ることができます。DCとACモードの２つが使用できます。

一方、KFM測定では探針に電圧を加えて試料表面の静電気力を検知することにより、表面電位測定や絶縁体の帯電分布の観察ができます。

ご利用の方は簡易取扱説明書と自作のDVDを参照しながら装置の操作を行ってください。（説明書とDVDは分析センターで保管しています。）１件あたりの利用料金は学内12,000円、学外23,000円となっています。

◀ 本体

▲ コンピュータ系

登 録 装 置 募 集 中 で す

中央分析センターでは､全学的な分析機器の共同利用の一層の充実を図るため､随時｢登録装置｣を募集しています。

登録装置 Q and A

- **利用料金は?**／各研究室で自由に設定できます。全額研究室に移算されます。
- **利用料金の計算は?**／利用料金の計算及び移算手続きは分析センターが代行します。
- **装置の設置場所は?**／現在設置されている場所です。移動する必要はありません。
- **負担が大きくなるのでは?**／負担分を考慮して、利用経費を設定して下さい。
- **面倒では?**／否定はできませんが、全学的視点から装置が効率的に利用でき、学内の相互協力の実現というメリットをご考慮いただければ幸いです。
- **手続きは?**／登録装置システムにご賛同いただけましたら、「装置登録依頼書」（用紙はダウンロードするか、センターに要求して下さい）に必要事項をご記入の上、分析センターへお送りいただくだけです。

九州大学中央分析センターニュース　第110号　平成22年10月25日発行

九州大学中央分析センター（筑紫地区）
〒816-8580　福岡県春日市春日公園6丁目1番地
TEL 092-583-7870／FAX 092-593-8421

九州大学中央分析センター伊都分室（伊都地区）
〒819-0395　福岡市西区元岡744番地
TEL 092-802-2857／FAX 092-802-2858

ホームページアドレス　http://www.bunseki.cstm.kyushu-u.ac.jp